





Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 713 985 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
29.05.1996 Patentblatt 1996/22

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F16H 61/02**, F16H 61/00

(21) Anmeldenummer: **95114925.1**

(22) Anmeldetag: **22.09.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

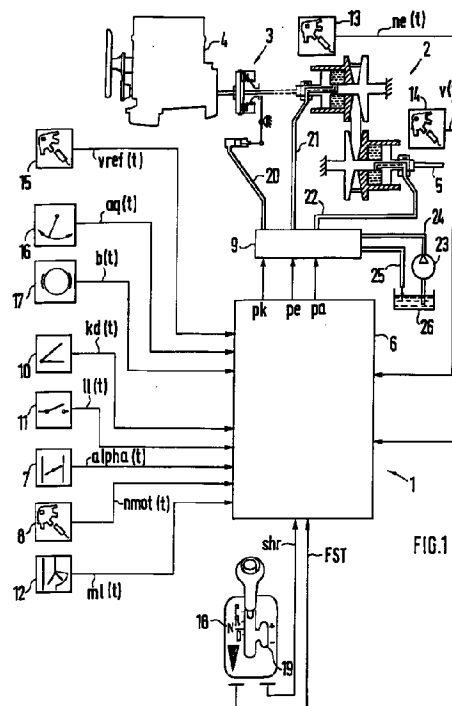
(30) Priorität: **24.11.1994 DE 4441878**

(71) Anmelder: **Dr.Ing.h.c. F. Porsche  
Aktiengesellschaft  
D-70435 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Lardy, Patrick  
D-71299 Wimsheim (DE)**  
• **Petersmann, Joseph  
D-71263 Weil der Stadt (DE)**

(54) **Steuereinrichtung und Steuerverfahren für ein stufenloses Getriebe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung sowie ein Steuerverfahren für ein stufenloses Getriebe eines insbesondere mit einer Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftfahrzeuges, wobei die Steuereinrichtung mit einer Wähleinrichtung versehen ist und die Steuereinrichtung ein gestuftes Getriebe nachbildet, indem die Steuereinrichtung aus einer Gruppe von voreingestellten Übersetzungen ausgewählte Übersetzungen im Getriebe einstellt. Um Pendelschaltungen zu verhindern wird vorgeschlagen, eine Steuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe um eine Erkennungseinrichtung für Fahrsituationen, in denen der Übersetzungssprung zu groß ist, zu erweitern und ferner eine Einrichtung zur Anpassung der voreingestellten Übersetzung vorzusehen. Die Erkennungsfunktion aktiviert die Anpassfunktion, sobald Bedingungen vorliegen, die auf ein Fahren in Langsamfahrt schließen lassen. Die Anpassfunktion verringert dann die Übersetzung ausgehend von der höchsten voreingestellten Übersetzung ab einer vorgegebenen Drehzahl; dies ist in der Regel ein Drehzahlwert, bei dem die Antriebsmaschine ein ausreichendes Antriebsmoment aufgebaut hat.



EP 0 713 985 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung und ein Steuerverfahren für ein stufenloses Getriebe nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei bekannten gestuften Getrieben müssen im Rahmen der Getriebeauslegung die Übersetzungssprünge festgelegt werden. Übersetzungssprünge bzw. Übersetzungsstufen können immer nur für eine Fahrsituation optimal sein; bei der Getriebeauslegung wird daher von einer mittleren Fahrsituation ausgegangen. Eine so gewonnene Getriebeauslegung kann in abweichenden Fahrsituationen nicht optimal sein, z.B. wenn bergauf oder bergab, beladen oder im Stau gefahren wird. So ist meist die Auslegung des ersten Ganges so gewählt, daß auch an starken Steigungen ein beladenes Fahrzeug noch anfahren kann. Im Stau, bzw. im Stop-and-go-Verkehr jedoch führt dies zu häufigen Schaltvorgängen, da der erste Gang für diese Situation zu kurz ausgelegt ist und die Antriebsmaschine rasch ihre Drehzahlgrenze erreicht.

Aus der DE-A1 41 20 540 ist es für stufenlose Getriebe bekannt, ein gestuftes Getriebe nachzubilden, indem Übersetzungen fest vorgegeben sind. Ferner ist es aus der DE-A1 42 39 133 bekannt, mit Hilfe eines stufenlosen Getriebes ebenfalls unter Vorgabe fester Übersetzungen einen Stufenautomaten nachzubilden. Auch hier treten die oben genannten Probleme auf.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anpassung des Anfahranges bzw. der Anfahrübersetzung an die Fahrsituation "Langsamfahrt" zu erreichen.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Dort ist vorgeschlagen, eine Steuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe um eine Erkennungseinrichtung für Fahrsituationen, in denen der Übersetzungssprung zu groß ist, zu erweitern und ferner eine Einrichtung zur Anpassung der voreingestellten Übersetzung vorzusehen. Die Erkennungsfunktion aktiviert die Anpaßfunktion, sobald Bedingungen vorliegen, die auf ein Fahren in Langsamfahrt schließen lassen. Die Anpaßeinrichtung verringert dann die Übersetzung ausgehend von der höchsten voreingestellten Übersetzung ab einer vorgegebenen Drehzahl; dies ist in der Regel ein Drehzahlwert, bei dem die Antriebsmaschine ein ausreichendes Antriebsmoment aufgebaut hat.

Hiermit ist die Fahrbarkeit der höchsten voreingestellten Übersetzung deutlich verbessert, und gleichzeitig wird die Schalthäufigkeit verringert, weil die höchsten voreingestellten Übersetzung über einen größeren Geschwindigkeitsbereich nutzbar ist. Da die Erfindung sowohl bei manuell als auch bei automatisch schaltenden Getrieben anwendbar ist, ist erreicht, daß in den erkannten Fahrsituationen eine Anpassung der Übersetzung an die herrschenden Betriebsbedingungen des Fahrzeuges erfolgt, ohne daß hierdurch die typischen Eigenschaften eines gestuften Getriebes verloren gingen.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung beschrieben.

So wird in Weiterbildung der Erfindung vorgeschlagen, auf Langsamfahrt zu erkennen, wenn sowohl die Stellung eines Leistungssteuerorgans, beispielsweise eines Fahrpedales oder einer Drosselklappe, als auch die Verstellgeschwindigkeit dieses Leistungssteuerorgans unterhalb vorgegebener Grenzen bleiben. Alternativ wird vorgeschlagen zu prüfen, ob sowohl die Fahrgeschwindigkeit als auch die Verstellgeschwindigkeit des Leistungssteuerorgans unter vorgegebenen Grenzwerten bleiben.

Die vorgenannten Weiterbildungen können dadurch erweitert werden, daß zusätzlich ein Anfahrvorgang erkannt werden muß; dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß die für die Weiterbildung aufgeführten Bedingungen unmittelbar nach dem Erkennen eines Fahrzeugstillstandes (Fahrgeschwindigkeit = 0) erfüllt sein müssen, um die erfindungsgemäße Funktion auszulösen. Mit dieser Art der Erkennung von Langsamfahrt wird eine Vielzahl von Fahrsituationen erkannt, denen gemeinsam ist, daß hier über einen längeren Zeitraum in einem niedrigeren Geschwindigkeitsbereich gefahren wird. Dies sind z.B. Stop-and-go Verkehr oder der Lieferverkehr von Haus zu Haus.

Zur Anpassung der höchsten voreingestellten Übersetzung wird in Weiterbildung der Erfindung ferner vorgeschlagen, ausgehend von der höchsten voreingestellten Übersetzung die Übersetzung so zu wählen, daß die Eingangsdrehzahl des Getriebes (bzw. die Drehzahl der Antriebsmaschine) konstant bleibt. Diese Verstellung der Übersetzung wird vorgenommen, sobald die Eingangsdrehzahl des Getriebes eine Mindestdrehzahl erreicht hat, wobei der Wert dieser Mindestdrehzahl abhängig von der Drosselklappenstellung gewählt ist, um so ein der Drosselklappenstellung entsprechendes Eingangsdrehzahlniveau und damit auch Motorleistungsniveau einzustellen. Die Verstellung der Übersetzung endet, wenn die Übersetzung einen vorgegebenen unteren Grenzwert erreicht hat.

In einer alternativen Ausbildung erfolgt die Anpassung der Übersetzung nach einer vorgegebenen Funktion, abhängig von der Eingangsdrehzahl des Getriebes bzw. der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges. Auch hier beginnt die Verstellung, sobald die Eingangsdrehzahl einen vorgegebenen Wert erreicht hat. Dieser Wert der Eingangsdrehzahl muß nicht festgelegt sein, sondern kann den Betriebsbedingungen angepaßt werden. Die Verstellung wird wiederum beendet, wenn ein Grenzwert für die Übersetzung erreicht ist. Vorteilhafterweise ist die Funktion zum Einstellen der Übersetzung so gewählt, daß mit dem Erreichen des Grenzwertes für die Übersetzung auch gleichzeitig ein Grenzwert für die Eingangsdrehzahl erreicht ist. Dieser Grenzwert für die Eingangsdrehzahl wird vorteilhafterweise etwas unterhalb der Eingangsdrehzahl gewählt, bei der selbsttätig ein Übersetzungswechsel ausgelöst wird, um so zu verhindern, daß das Ende der Übersetzungseinstellung und der Wechsel der Übersetzung aufeinanderfallen.

Der untere Grenzwert, bei dem die Verstellung der Übersetzung endet, ist vorteilhafterweise so gewählt, daß ein bestimmter Anteil des Übersetzungssprunges zur nächstkleineren voreingestellten Übersetzung als Abstand zu dieser Übersetzung erhalten bleibt. Dadurch bleibt sichergestellt, daß bei einem Wechsel zur nächst längeren voreingestellten Übersetzung noch ein Übersetzungssprung stattfindet und damit der Charakter eines gestuften Getriebes erhalten bleibt.

Die Erfindung sowie ihre Weiterbildungen sind in der Regel in Form eines Programmes mit Hilfe einer mikroprozessorgesteuerten, programmierbaren Steuereinrichtung ausgeführt. Selbstverständlich ist es auch möglich die Erfindung sowie ihre Weiterbildungen durch bekannte diskrete Schaltungen, wie z.B. Differentialverstärker, zu realisieren. Somit betrifft die Erfindung einen Funktionsumfang, der sowohl in Form einer Steuereinrichtung wie auch eines Steuerverfahrens realisiert werden kann, und die dargestellten Wirkungen und Vorteile gelten in gleicher Weise für die Ausführung als Steuereinrichtung und die Ausführung als Steuerverfahren.

Die vorbeschriebenen Wirkungen und Vorteile beziehen sich sowohl auf eine manuell geschaltete als auch auf eine automatisch geschaltete Nachbildung eines gestuften Getriebes mit Hilfe eines stufenlosen Getriebes.

Die Erfindung ist nachstehend anhand des in den Zeichnungen beschriebenen Ausführungsbeispieles beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Übersicht über ein stufenloses Getriebe mit einer Steuerung
- Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild einer Übersetzungssteuerung,
- Fig. 3 eine Übersicht über in der Übersetzungssteuerung enthaltene Funktionen,
- Fig. 4 ein Diagramm des zeitlichen Verlaufes der Drehzahl einer Antriebsmaschine und der eingestellten Übersetzung während des Wirkens der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung nach einer ersten Ausführung,
- Fig. 5 ein Diagramm des zeitlichen Verlaufes der Drehzahl einer Antriebsmaschine und der eingestellten Übersetzung während des Wirkens der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung nach einer zweiten Ausführung,
- Fig. 6 ein Ablaufdiagramm einer Erkennungsfunktion und
- Fig. 7 ein Ablaufdiagramm einer Anpaßfunktion.

Fig. 1 zeigt eine Übersicht über ein elektro-hydraulisch betätigten stufenlosen Getriebes 2 mit einer Steuerung 1 am Beispiel eines Umschlingungsgetriebes. Das stufenlose Getriebe 2 wird über eine steuerbare Anfahrkupplung 3 von einer Brennkraftmaschine 4 angetrieben. Eine Abtriebswelle 5 des stufenlosen Getriebes 2 ist mit einem nicht gezeigten Radantrieb eines Kraftfahrzeugs verbunden.

Größen oder Funktionen, die sich mit der Zeit  $t$  ändern, sind nachfolgend als Funktionen  $f(t)$  der Zeit  $t$  dargestellt.

Ein Steuergerät 6 steuert wenigstens in Abhängigkeit von der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  eines Drosselklappenwinkelgebers 7 und einer Motordrehzahl  $n_{mot}(t)$  eines Motordrehzahlgebers 8 der Brennkraftmaschine 4 einen Hydraulik-Ventilblock 9 an. Zur Steuerung des stufenlosen Getriebes 2 und der Anfahrkupplung 3 erhält das Steuergerät 6 als weitere Eingangsgrößen ein Kick-down-Signal  $kd(t)$  eines Kick-down-Schalters 10, ein Leerlaufsignal  $ll(t)$  eines Leerlaufschalters 11, eine Luftmenge bzw. Luftmasse  $m_l(t)$  eines Luftmengen- bzw. Luftmassengebers 12 der Brennkraftmaschine 4 sowie eine Getriebeeingangsdrehzahl  $n_e(t)$  eines Getriebeeingangsdrehzahlgebers 13 und eine Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$  eines Fahrgeschwindigkeitgebers 14. Die Getriebeeingangsdrehzahl  $n_e(t)$  entspricht bei geschlossener Anfahrkupplung der Motordrehzahl  $n_{mot}(t)$  und kann dann an deren Stelle verwendet werden. Zusätzlich wird vom Steuergerät 6 eine Geschwindigkeit  $v_{ref}(t)$  eines Referenzgeschwindigkeitgebers 15 an einer nicht angetriebenen Fahrzeugachse, eine Querbesehleunigung  $a_q(t)$  eines Querbesehleunigungsgebers 16 und ein Bremssignal  $b(t)$  eines Bremssignalgebers 17 erfasst und verarbeitet.

Schließlich ist die Steuerung üblicherweise vom Fahrzeugführer über eine Wähleinrichtung 18 zur Vorwahl von Fahrstufen P (Parksperr), R (Rückwärtsgangstufe), N (Leergangsstufe) und D (selbsttätige Einstellung der Übersetzung des stufenlosen Getriebes) beeinflussbar; ferner ist ein Einstellbereich der Wähleinrichtung 18 zur direkten Vorgabe der Übersetzung vorgesehen.

Die Wähleinrichtung 18 kann aus der Fahrstufe D in eine zweite Schaltgasse 19 bewegt werden, in der die Wähleinrichtung 18 ausgehend von einer mittigen Ruheposition als Wippschalter arbeitet und der Fahrzeugführer die Übersetzung im Sinne einer Hochschaltung oder einer Rückschaltung beeinflussen kann. Die Wähleinrichtung 18 gibt ein Fahrstufensignal FST und ein Schaltanforderungssignal shr für eine Hochschaltung oder eine Rückschaltung ab.

Hier und im folgenden steht der Begriff "Hochschalten" oder "Verringern der Übersetzung" für eine Übersetzungsänderung, die bei gleichbleibender Eingangsdrehzahl die Ausgangsdrehzahl des Getriebes erhöht, entsprechend einer Hochschaltung bei einem Stufengetriebe. Umgekehrt stehen die Begriffe "Rückschalten" und "Erhöhen der Übersetzung" für eine Übersetzungsänderung im Sinne einer Verringerung der Ausgangsdrehzahl des Getriebes bei gleichbleibender Eingangsdrehzahl, entsprechend einer Rückschaltung bei einem Stufengetriebe.

In Abhängigkeit von den genannten Größen steuert das Steuergerät 6 über einen Signalausgang  $pk$  und den Hydraulik-Ventilblock 9 den Hydraulikdruck in der Anfahrkupplung 3 sowie über Signalausgänge  $pe$  und  $pa$  und den Hydraulik-Ventilblock 9 eine Ist-Übersetzung  $ue$  zwischen der Getriebeeingangsdrehzahl  $n_e(t)$  und der Getriebeausgangsdrehzahl (Fahrgeschwindigkeit)  $v(t)$  an. Der Hydraulik-Ventilblock 9 verbindet hierzu entsprechende Steuerleitun-

gen 20, 21 und 22 der Anfahrkupplung 3 und des stufenlosen Getriebes 2 mit einer an eine Pumpe 23 angeschlossenen Druckleitung 24 oder einer Rücklaufleitung 25 zu einem Vorratsbehälter 26 für Hydraulikflüssigkeit.

Das Steuergerät 6 umfaßt wie in Fig. 2 dargestellt eine Übersetzungssteuerung 27, die mit einer Fahraktivitätsermittlungsfunktion 28, einer Zug-Schub-Ermittlungsfunktion 29, einer Antriebsschlupfermittlungsfunktion 30 und einer Stellfunktion 31 verbunden ist.

Die Fahraktivitätsermittlungsfunktion 28 bestimmt eine den Fahrstil des Fahrers oder dessen verkehrssituationsbedingtes Handeln im Bezug auf die Steuerung des Kraftfahrzeuges bewertenden Größe Fahraktivität  $SK(t)$ , vorzugsweise nach einem in der DE-A1 39 22 051 beschriebenen Verfahren.

Die Zug-Schub-Ermittlungsfunktion 29 gibt in Abhängigkeit von der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  und der Motordrehzahl  $n_{mot}(t)$  ein Signal für Zug- oder Schubbetrieb des Fahrzeuges Zug/Schub  $zs(t)$  ab und die Antriebsschlupfermittlungsfunktion 30 ermittelt aus der Differenz von Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$  und Geschwindigkeit  $v_{ref}(t)$  einen den Schlupf der angetriebenen Räder repräsentierenden Antriebsschlupf  $san(t)$ .

Aus diesen Größen, dem Fahrstufensignal FST, dem Schaltanforderungssignal  $shr$ , der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$ , dem Kick-down-Signal  $kd(t)$ , dem Leerlaufsignal  $ll(t)$ , der Luftmasse  $ml(t)$ , der Getriebeeingangsdrehzahl  $ne(t)$ , der Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$ , der Querbesehleunigung  $aq(t)$ , dem Bremssignal  $b(t)$  und der Getriebeausgangsdrehzahl  $ne(t)$  ermittelt die Übersetzungssteuerung 27 eine Soll-Übersetzung  $uesoll$  sowie ein Signal Anfahrkupplung auf/zu AK, die an die Stellfunktion 31 weitergegeben werden.

Die Stellfunktion 31 steuert mittels der Signalausgänge  $pe$  und  $pa$  die Einstellung der Ist-Übersetzung  $ue$  des Getriebes 2, wobei die Soll-Übersetzung  $uesoll$  mit geringstmöglicher Verzugszeit, jedoch ohne merkliches Überspringen eingestellt wird. Darüber hinaus wird die Anfahrkupplung nach Maßgabe des Signales Anfahrkupplung auf/zu AK von der Stellfunktion 31 über den Signalausgang  $pk$  gesteuert.

In Fig. 3 ist eine Übersicht über die in der Übersetzungssteuerung 27 enthaltenen Funktionen dargestellt. Für die erste selbsttätig die Übersetzung wählende Betriebsart ist eine Automatikfunktion 32 mit den Eingangsgrößen Zug/Schub  $zs(t)$ , Antriebsschlupf  $san(t)$ , Fahrstufensignal FST, Fahraktivität  $SK(t)$ , Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$ , Motordrehzahl  $n_{mot}(t)$ , Leerlaufsignal  $ll(t)$ , Kick-Down-Signal  $kd(t)$ , Luftmassensignal  $ml(t)$ , Bremssignal  $b(t)$  und Getriebeeingangsdrehzahl  $ne(t)$  vorgesehen.

Für die zweite vom Fahrer beeinflusste Betriebsart gibt es eine Manuellfunktion 33 mit den Eingangsgrößen Schaltanforderungssignal  $shr$ , Fahraktivität  $SK(t)$  und Motordrehzahl  $n_{mot}(t)$ . Weiterhin umfaßt die Übersetzungssteuerung 27 eine Fahrsicherheitsfunktion 34 mit den Eingangsgrößen Zug/Schub  $zs(t)$  und Antriebsschlupf  $san(t)$ . Die genannten Funktionen erzeugen jeweils die Ausgangssignale Soll-Übersetzung  $uesoll$  und Anfahrkupplung auf/zu AK.

Innerhalb der Manuellfunktion 33 ermittelt eine Grundfunktion 35 aus der Fahraktivität  $SK(t)$  und dem Schaltanforderungssignal  $shr$  ein Zwischensignal einer Soll-Übersetzung  $uesoll\_z$ . An die Grundfunktion 35 sind eine erste Übergangsfunktion 37 und eine zweite Übergangsfunktion 38 angegliedert, die beide jeweils mit der Automatikfunktion 32 verbunden sind. Parallel zur Grundfunktion 35 ist eine Sicherheitsfunktion 39 mit der Motordrehzahl  $n_{mot}(t)$  beaufschlagt und gibt das Schaltanforderungssignal  $shr$  sowie das Signal Anfahrkupplung auf/zu AK ab.

Die Grundfunktion 35 enthält eine nicht gezeigte Tabelle, in der voreingestellte Soll-Übersetzungen  $uesoll\_i$  abgelegt sind. Da jede dieser voreingestellten Soll-Übersetzungen  $uesoll\_i$  bei der Nachbildung eines Stufengetriebes einem Gang dieses Stufengetriebes entspricht, sind so viele voreingestellten Soll-Übersetzungen  $uesoll\_i$  vorgesehen, wie Gänge eines Stufengetriebes nachgebildet werden sollen. Die voreingestellten Soll-Übersetzungen  $uesoll\_i$  können daher auch als Gänge bezeichnet werden.

Im dargestellten Beispiel ist ein 5gängiges Stufengetriebe nachgebildet, so daß für Vorwärtsfahrt die voreingestellten Soll-Übersetzungen  $uesoll\_1$ ,  $uesoll\_2$ ,  $uesoll\_3$ ,  $uesoll\_4$  und  $uesoll\_5$  in der Tabelle abgelegt sind. Die Bezeichnung der voreingestellten Soll-Übersetzungen erfolgt nach dem Schema  $uesoll\_i$ , wobei  $i$  für den entsprechenden Gang des Stufengetriebes steht.  $uesoll\_3$  steht also für die voreingestellte Soll-Übersetzung, die dem 3. Gang des Stufengetriebes entspricht. Während die Gänge von  $uesoll\_1$  nach  $uesoll\_5$  'höher' werden, verringert sich in dieser Richtung der Wert der voreingestellten Soll-Übersetzung: die voreingestellte Soll-Übersetzung ist bei  $uesoll\_1$  am höchsten und bei  $uesoll\_5$  am niedrigsten.

Schließlich ist eine Anpaßfunktion 41 für die Soll-Übersetzung  $uesoll$  vorgesehen, die bei durch eine Erkennungsfunktion 40 erkannten Fahrsituationen aus den in der Grundfunktion 35 voreingestellt abgelegten Soll-Übersetzungen  $uesoll\_i$  die aktuell gewählte vorgeingestellte Soll-Übersetzung  $uesoll\_i$  verändert und als veränderte Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  weitergibt.

Die erste Übergangsfunktion 37 wird bei einem Wechsel von der Automatikfunktion 32 zur Manuellfunktion 33, d.h. einem Wechsel aus der ersten selbsttätig die Übersetzung wählenden zur zweiten vom Fahrer beeinflussten Betriebsart, aufgerufen und regelt den Übergang. Umgekehrt regelt die zweite Übergangsfunktion den Übergang von der Manuellfunktion 33 zur Automatikfunktion 32.

Die Erkennungsfunktion 40 hat die Aufgabe, die Fahrsituation "Langsamfahrt" zu erkennen. Hiermit sind alle Fahrsituationen gemeint, die über einen längeren Zeitraum mit geringer Geschwindigkeit gefahren wird, beispielsweise Stop-and-Go Verkehr oder der Lieferverkehr von Haus zu Haus. Um Langsamfahrt zu erkennen, prüft die Erkennungsfunktion 40, ob ein Anfahrvorgang vorliegt, indem sie wartet, bis die Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$  den Wert Null erreicht. Ist dies der

Fall, so wird im weiteren geprüft, ob die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  und die hieraus gebildete Drosselklappengeschwindigkeit  $d\alpha(t)/dt$  unterhalb der vorgegebenen Grenzwerte G1 und G2 liegen. Im Ausführungsbeispiel liegt der Grenzwert G1 zu der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  bei 50 % und der Grenzwert G2 für die Drosselklappengeschwindigkeit  $d\alpha(t)/dt$  bei 100 %/sec. Demnach erkennt die Erkennungsfunktion 40 die Fahrsituation "Langsamfahrt", wenn der Fahrer nach einem Stillstand des Fahrzeuges wenig und vergleichsweise langsam Gas gibt.

Eine Verletzung einer der beiden Bedingungen führt zum Abbruch der Erkennung "Langsamfahrt" und es ist erneut die Erkennung eines Anfahrvorganges erforderlich, um erneut die Fahrsituation "Langsamfahrt" erkennen zu können. Um an dieser Stelle einen allzu raschen Abbruch zu verhindern, ist die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  eingangs der Erkennungsfunktion 40 tiefpassgefiltert bzw. muß die Verletzung einer der Bedingungen über einen vorgegebenen Zeitraum vorliegen. Bei dem Grenzwert G2 ist zu beachten, daß es sich hier um einen positiven Grenzwert handelt, d.h. die Rücknahme der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  kann mit beliebig hoher Geschwindigkeit erfolgen.

Zusätzlich prüft die Erkennungsfunktion 40, ob die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  einen unteren Grenzwert G3 unterschreitet. Dieser Grenzwert ist, im Ausführungsbeispiel mit 10%, so gewählt, daß er in der Nähe der Leerlaufstellung liegt und eine Rücknahme der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  bis nahezu in die Leerlaufstellung anzeigt. Sind alle vorgenannten Bedingungen erfüllt, so aktiviert die Erkennungsfunktion 40 mit einem Ausgangssignal die Anpaßfunktion 41. Liegt die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  unterhalb des Grenzwertes G3, so wird auch bei erkannter Fahrsituation "Langsamfahrt" kein Ausgangssignal abgegeben und damit die Aktivierung der Anpaßfunktion 41 unterbrochen. Wird einer der beiden Grenzwerte G1 und G2 überschritten, so wird erkannt, daß die Fahrsituation "Langsamfahrt" nicht mehr vorliegt und die Aktivierung der Anpaßfunktion 41 wird abgebrochen.

Die Anpaßfunktion 41 bestimmt, sofern sie aktiviert ist, mit Hilfe der aktuellen Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  eine Solleingangsdrehzahl  $nesoll$ . Nachfolgend wird die veränderte Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  ausgehend von der eingestellten höchsten Übersetzung  $uesoll\_1$ , entsprechend dem Anfahrang, so gebildet, daß sich eingangs des Getriebes die Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  einstellt. Die veränderte Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  wird hierbei höchstens bis zu einem Wert verringert, der um einen vorgegebenen Betrag oberhalb der nächstgeringeren, voreingestellten Soll-Übersetzung  $uesoll\_2$  liegt. Dieser Betrag wird als prozentualer Anteil des Übersetzungssprunges von der voreingestellten Übersetzung  $uesoll\_1$  zur voreingestellten Übersetzung  $uesoll\_2$  ermittelt.

Bei Deaktivierung der Anpaßfunktion 41 wird eine bereits eingestellte veränderte Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  beibehalten. Ein Schaltanforderungssignal  $shr$  bricht in jedem Fall die Arbeit der Erkennungsfunktion 40 ab und führt damit zur Deaktivierung auch der Anpaßfunktion 41. Bei einem Schaltanforderungssignal  $shr$  "Rückschalten" erfolgt unter der Bedingung, daß bereits eine veränderte Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  eingestellt ist, ein Übergang zur ursprünglich gewählten Soll-Übersetzung  $uesoll\_i$ .

**Fig. 4** zeigt in einem Diagramm den zeitlichen Verlauf der am Getriebe eingestellten Übersetzung  $ue$  und der Eingangsdrehzahl  $ne$  für eine ständig ansteigende Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$ . Vorausgesetzt ist, daß die Anpaßfunktion 41 aktiviert ist. Zunächst wird die Übersetzung  $ue$  auf dem Wert der Anfahrübersetzung  $uesoll\_1$  konstant gehalten und die Eingangsdrehzahl  $ne$  steigt bis zu dem aus der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  bestimmten Wert der Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  an. Zum Zeitpunkt  $t_1$  erreicht die Eingangsdrehzahl  $ne$  die Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  und die Anpaßfunktion 41 verändert die Übersetzung  $ue$  in Richtung der zweiten voreingestellten Übersetzung  $uesoll\_2$  in der Weise, daß im weiteren die Eingangsdrehzahl  $ne$  auf dem Wert der Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  bleibt. Zum Zeitpunkt  $t_2$  erreicht die Übersetzung  $ue$  ihren unteren Grenzwert, der einen vorgegebenen Mindestabstand zum nächstgeringeren voreingestellten Übersetzung  $uesoll\_2$  darstellt. Hier beendet die Anpaßfunktion 41 die Veränderung der Übersetzung  $ue$ , hält diese im weiteren konstant und die Eingangsdrehzahl steigt an. Zum Zeitpunkt  $t_3$  erreicht die Eingangsdrehzahl  $ne$  einen Eingangsdrehzahlhöchstwert  $nemax$  und die Sicherheitsfunktion 39 erzwingt einen Wechsel zur nächstgeringeren voreingestellten Übersetzung  $uesoll\_v$ , sofern nicht zuvor der Fahrer bereits durch ein Schaltanforderungssignal  $shr$  eine Hochschaltung eingeleitet hat.

Wenn die Anpaßfunktion 41 nicht aktiviert ist, so wird die erste voreingestellte Soll-Übersetzung  $uesoll_1$  am Getriebe 2 konstant eingestellt, die Eingangsdrehzahl  $ne$  steigt kontinuierlich an (gestrichelte Linie) und erreicht zum Zeitpunkt  $t_4$  ihren Höchstwert  $nemax$ , so daß hier die Sicherheitsfunktion 39 eine Hochschaltung einleitet. Die Differenz zwischen den Zeitpunkten  $t_3$  und  $t_4$  ist die Zeit bzw. der Geschwindigkeitsbereich, der bei erkannter Fahrsituation "Langsamfahrt" durch die Anpaßfunktion 41 gewonnen ist.

In **Fig. 6** ist in einem Ablaufdiagramm dargestellt, wie die soeben beschriebene Erkennungsfunktion 40 mit Hilfe einer programmierbaren Steuereinrichtung gebildet wird. Eingangs wird in Schritt 42 auf einen Anfahrvorgang gewartet, d.h. gewartet, bis die Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$  den Wert Null erreicht. In Schritt 43 wird geprüft, ob sowohl die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  als auch die hieraus gebildete Drosselklappengeschwindigkeit  $d\alpha(t)/dt$  unterhalb den ihnen zugeordneten Grenzwerten G1 (50%) und G2 (100%/sec) liegen. Ist mindestens eine der Bedingungen nicht erfüllt, so erfolgt ein Rücksprung vor Schritt 42. Sind hingegen beide Bedingungen erfüllt, so wird im nächsten Schritt 44 geprüft, ob die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  oberhalb des dritten Grenzwertes G3 (10%) liegt. Ist dies der Fall, so wird in Schritt 45 die Anpaßfunktion 41 aktiviert. Führt die Prüfung in Schritt 44 hingegen zu einem negativen Ergebnis, so erfolgt ein Rücksprung vor den Schritt 43 und damit eine Unterbrechung der Aktivierung der Anpaßfunktion 41.

Fig. 7 zeigt in einem Ablaufdiagramm, wie die Anpaßfunktion 41 mit Hilfe einer programmierbaren Steuereinrichtung gebildet ist. Bei aktivierter Anpaßfunktion 41 wird in Schritt 46 mit Hilfe einer Tabelle aus der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  eine Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  bestimmt. In Schritt 47 wird nachfolgend eine Abweichung A der Eingangsdrehzahl  $ne$  von der Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  gebildet:  $A = nesoll - ne(t)$ . Ist die Abweichung A größer als eine Hysterese H so wird in Schritt 48 eine veränderte Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  gebildet, die größer als die aktuell eingestellte Übersetzung  $ue$  ist. Ist die Abweichung A hingegen kleiner als der negative Wert der Hysterese H, so wird in Schritt 49 eine veränderte Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  gebildet, die kleiner als die aktuell eingestellte Übersetzung  $ue$  ist. Ist der Betrag der Abweichung A kleiner oder gleich der Hysterese H, so wird in Schritt 50 die aktuell eingestellte Übersetzung  $ue$  beibehalten. Vor der Einstellung der in den Schritten 48 bis 50 ermittelten veränderten Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  wird in Schritt 51 der Abstand B der veränderten Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  zu einem oberhalb der nächstgeringeren voreingestellten Soll-Übersetzung  $uesoll\_2$  gebildet, wobei dieser Grenzwert als prozentualer Anteil (hier 20%) des Sprunges von der ersten voreingestellten Soll-Übersetzung  $uesoll\_1$  zur zweiten voreingestellten Soll-Übersetzung  $uesoll\_2$  bestimmt ist:  $B = uesoll\_v - uesoll\_2 + (uesoll\_1 - uesoll\_2) \cdot 20\%$ . Wird eine Abweichung B größer Null festgestellt, so wird in Schritt 52 die ermittelte veränderte Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$  an die Stellfunktion 31 ausgegeben. Anderenfalls erfolgt keine Ausgabe und damit auch keine Einstellung veränderten Soll-Übersetzung  $uesoll\_v$ .

Die Einstellung eines veränderten Übersetzungssollwertes  $uesoll\_v$  größer als die erste Soll-Übersetzung  $uesoll\_1$  wird durch die Stellfunktion 31 unterdrückt. Die in Fig. 6 und 7 dargestellten Abläufe werden jederzeit beendet, wenn ein Schaltenforderungssignal  $shr$  erkannt wird.

Die Erkennungsfunktion 40 und die Anpaßfunktion 41 wirken zusammen wie folgt: Sobald ein Anfahrvorgang vorliegt und solange die Bedingungen für die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  und die Drosselklappengeschwindigkeit  $d\alpha(t)/dt$  erfüllt sind, ist die Fahrsituation "Langsamfahrt" erkannt und die Anpaßfunktion 41 wird aktiviert. Die Aktivierung wird unterbrochen, wenn die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  unter den unteren Grenzwert  $G3$  fällt und wieder aufgenommen, wenn die Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  wieder oberhalb dieses Grenzwertes  $G3$  liegt.

Die Anpaßfunktion 41 verändert, wenn sie aktiviert ist, die am Getriebe eingestellte Übersetzung  $ue$  in der Weise, daß eine von der Drosselklappenstellung  $\alpha(t)$  abhängige Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  möglichst erreicht wird. Die Veränderung der Übersetzung  $ue$  ist dabei nach oben durch die größte voreingestellte Soll-Übersetzung  $uesoll\_1$  und nach unten durch den vorgegebenen Abstand B zur nächstgeringeren voreingestellten Soll-Übersetzung  $uesoll\_2$  begrenzt. Wird eine dieser Grenzen erreicht, so erfolgt im weiteren keine Verstellung der Übersetzung  $ue$ .

Fig. 5 zeigt in einem Diagramm den zeitlichen Verlauf der Übersetzung  $ue$  und der Eingangsdrehzahl  $ne(t)$  bei ständig steigender Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$  in einer alternativen Ausführung der Anpaßfunktion 41. Diese unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen Anpaßfunktion 41 dadurch, daß zwischen den Zeitpunkten  $t1$  und  $t2$  die Übersetzung  $ue$  nicht so eingestellt wird, daß die Eingangsdrehzahl von  $ne(t)$  konstant auf dem Wert der Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  bleibt, sondern die Übersetzung  $ue$  wird nach Erreichen einer minimalen Eingangsdrehzahl  $nemin$  nach einer vorgegebenen Funktion abhängig von der Eingangsdrehzahl  $ne(t)$  eingestellt. Die minimale Eingangsdrehzahl  $nemin$  kann hierbei fest in einer Größe gewählt werden, daß die Brennkraftmaschine 4 rund läuft, oder in ähnlicher Form wie die Solleingangsdrehzahl  $nesoll$  beim vorstehenden Ausführungsbeispiel von entweder der Getriebeeingangsdrehzahl  $ne(t)$  oder der Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$  abhängig gemacht werden.

Damit ergibt sich zwischen den Zeitpunkten  $t1$  und  $t2$  ein der Fahrgeschwindigkeit  $v(t)$  proportionaler Verlauf der Eingangsdrehzahl  $ne(t)$ . Die Funktion zur Ermittlung der Übersetzung  $uesoll\_v$  und damit zur Einstellung der Übersetzung  $ue$  ist dabei so gewählt, daß mit dem Erreichen des vorgegebenen Abstandes B zur nächstgeringeren voreingestellten Soll-Übersetzung  $uesoll\_2$  gleichzeitig ein Grenzwert für die Eingangsdrehzahl  $nemax'$  erreicht ist. Dieser Grenzwert für die Eingangsdrehzahl  $nemax'$  liegt etwas unterhalb des Höchstwertes für die Eingangsdrehzahl  $nemax$ .

## Patentansprüche

1. Steuereinrichtung (6) für ein stufenloses Getriebes (2) eines Kraftfahrzeuges, wobei die Steuereinrichtung (6) mit einer Wähleinrichtung (18) versehen ist und die Steuereinrichtung (6) ein gestuftes Getriebe nachbildet, indem die Steuereinrichtung (6) aus einer Gruppe von voreingestellten Übersetzungen ( $uesoll\_i$ ) ausgewählte Übersetzungen ( $uesoll\_i$ ) im Getriebe einstellt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung
  - eine Erkennungseinrichtung (40) für Langsamfahrt und
  - eine Anpaßeinrichtung (41) für die höchste voreingestellte Übersetzung ( $uesoll\_1$ ) aufweist, die die höchste voreingestellte Übersetzung ( $uesoll\_1$ ) nach Erreichen einer vorgegebenen Eingangsdrehzahl ( $ne(t)$ ) des Getriebes (2) verringert, und
  - die Erkennungseinrichtung (40) die Anpaßeinrichtung (41) aktiviert.
2. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erkennungseinrichtung (40) Langsamfahrt erkennt, wenn die Stellung eines Leistungssteuerorganes ( $\alpha(t)$ ) für eine mit dem Getriebe (2) verbundene

Antriebsmaschine (4) unterhalb eines Grenzwertes (G1) liegt und gleichzeitig eine Verstellgeschwindigkeit der Stellung des Leistungssteuerorgans ( $\alpha(t)/dt$ ) unterhalb eines Grenzwertes (G2) liegt.

3. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erkennungseinrichtung (40) Langsamfahrt erkennt, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeuges ( $v(t)$ ) unterhalb eines Grenzwertes liegt und gleichzeitig eine Verstellgeschwindigkeit der Stellung eines Leistungssteuerorgans ( $\alpha(t)/dt$ ) für eine mit dem Getriebe (2) verbundene Antriebsmaschine (4) unterhalb eines Grenzwertes (G2) liegt.
4. Steuereinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erkennungseinrichtung (40) zusätzlich prüft, ob ein Anfahrvorgang vorliegt.
5. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anpaßeinrichtung (41) die voreingestellte Übersetzung ( $uesoll\_1$ ) so ändert, daß die Eingangsdrehzahl ( $ne(t)$ ) im wesentlichen konstant bleibt, wobei die Veränderung mit dem Erreichen einer vorgegebenen Soll-Eingangsdrehzahl ( $nesoll$ ) beginnt und bei Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes für die Übersetzung endet.
6. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anpaßeinrichtung (41) die voreingestellte Übersetzung ( $uesoll\_1$ ) nach einer vorgegebenen Funktion abhängig von der Eingangsdrehzahl ( $ne(t)$ ) ändert, wobei die Veränderung mit dem Erreichen einer vorgegebenen Eingangsdrehzahl ( $nemin$ ) beginnt und bei Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes für die Übersetzung endet.
7. Steuereinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Funktion zur Einstellung der Übersetzung abhängig von der Eingangsdrehzahl ( $ne(t)$ ) die Eingangsdrehzahl bei Erreichen des vorgegebenen Grenzwertes für die Übersetzung ( $uesoll1$ ) einen vorgegebenen Grenzwertes ( $nemax$ ) erreicht.
8. Steuerverfahren für ein stufenloses Getriebe (2) eines insbesondere mit einer Brennkraftmaschine (4) angetriebenen Kraftfahrzeuges, wobei eine das Steuerverfahren ausführende Steuereinrichtung (6) mit einer Wähleinrichtung (18) versehen ist und die Steuereinrichtung (6) ein gestuftes Getriebe nachbildet, indem die Steuereinrichtung (6) aus einer Gruppe von voreingestellten Übersetzungen ( $uesoll\_i$ ) ausgewählte Übersetzungen ( $uesoll\_i$ ) im Getriebe einstellt, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte:
  - Erkennen einer Fahrsituation für Langsamfahrt, und nachfolgend
  - Anpassen der höchsten voreingestellten Übersetzung ( $uesoll\_1$ ) im Sinne einer Verringerung der Übersetzung.
9. Steuerverfahren nach Anspruch 8, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte zum Erkennen einer Fahrsituation für Langsamfahrt:
  - Prüfen, ob die Stellung eines Leistungssteuerorgans ( $\alpha(t)$ ) für eine mit dem Getriebe (2) verbundene Antriebsmaschine (4) unterhalb eines Grenzwertes (G1) liegt,
  - Prüfen, ob eine Verstellgeschwindigkeit der Stellung des Leistungssteuerorgans ( $\alpha(t)/dt$ ) unterhalb eines Grenzwertes (G2) liegt und
  - Erkennen der Fahrsituation für Langsamfahrt, wenn alle Bedingungen gleichzeitig zutreffen.
10. Steuerverfahren nach Anspruch 8, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte zum Erkennen einer Fahrsituation für Langsamfahrt:
  - Prüfen, ob die Geschwindigkeit des Fahrzeuges ( $v(t)$ ) unterhalb eines Grenzwertes liegt,
  - Prüfen, ob eine Verstellgeschwindigkeit der Stellung des Leistungssteuerorgans ( $\alpha(t)/dt$ ) unterhalb eines Grenzwertes (G2) liegt und
  - Erkennen der Fahrsituation für Langsamfahrt, wenn alle Bedingungen gleichzeitig zutreffen.
11. Steuerverfahren nach Anspruch 9 oder 10, **gekennzeichnet** durch den vorgeschalteten Schritt beim Erkennen einer Fahrsituation für Langsamfahrt:
  - Prüfen, ob ein Anfahrvorgang vorliegt.
12. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte Anpassen der höchsten voreingestellten Übersetzung ( $uesoll\_1$ ):



## EP 0 713 985 A2

- Warten bis die Eingangsdrehzahl ( $n_e(t)$ ) des Getriebes (2) einen vorgegebenen Soll-Wert ( $n_{\text{soll}}$ ) erreicht hat,
- Einstellen der Übersetzung ( $u_{\text{soll\_v}}$ ) so, daß die Eingangsdrehzahl im wesentlichen konstant bleibt,
- Abbrechen der Einstellung, wenn die Übersetzung ( $u_e$ ) einen vorgegebenen Grenzwert erreicht.

5 13. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte Anpassen der höchsten voreingestellte Übersetzung ( $u_{\text{soll\_1}}$ ):

- Warten bis die Eingangsdrehzahl ( $n_e(t)$ ) des Getriebes (2) einen vorgegebenen kleinsten Wert ( $n_{\text{min}}$ ) erreicht hat,
- 10 - Einstellen einer veränderten Übersetzung ( $u_{\text{soll\_v}}$ ) nach einer vorgegebenen Funktion abhängig von der Eingangsdrehzahl ( $n_e(t)$ ),
- Abbrechen der Einstellung, wenn die Übersetzung ( $u_e$ ) einen vorgegebenen Grenzwert erreicht.

15 14. Steuerverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Funktion zur Einstellung der veränderten Übersetzung ( $u_{\text{soll\_v}}$ ) abhängig von der Eingangsdrehzahl so gewählt ist, daß die Eingangsdrehzahl ( $n_e(t)$ ) bei Erreichen des vorgegebenen Grenzwertes für die Übersetzung einen vorgegebenen Grenzwert ( $n_{\text{max'}}$ ) erreicht.

20

25

30

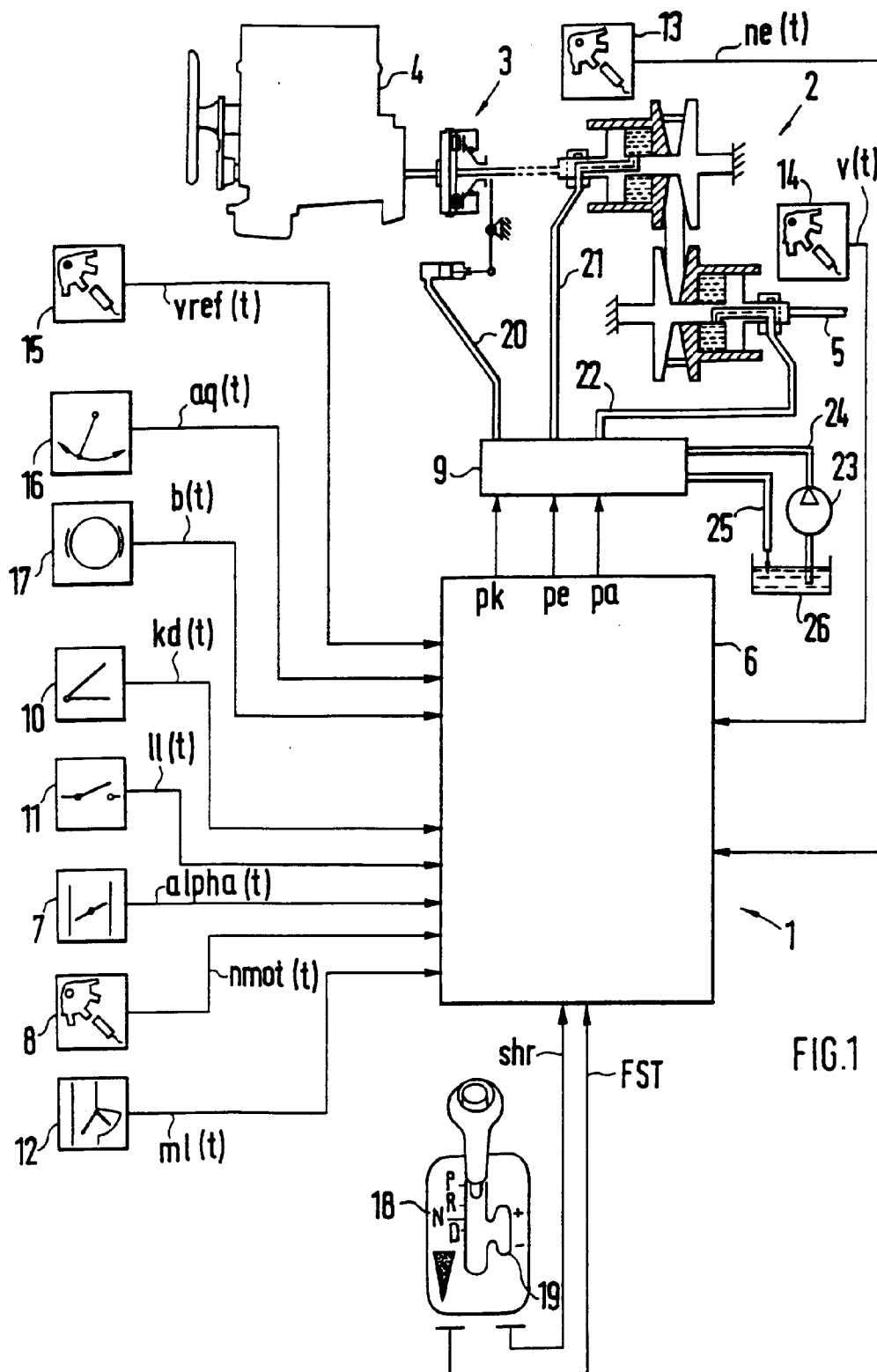
35

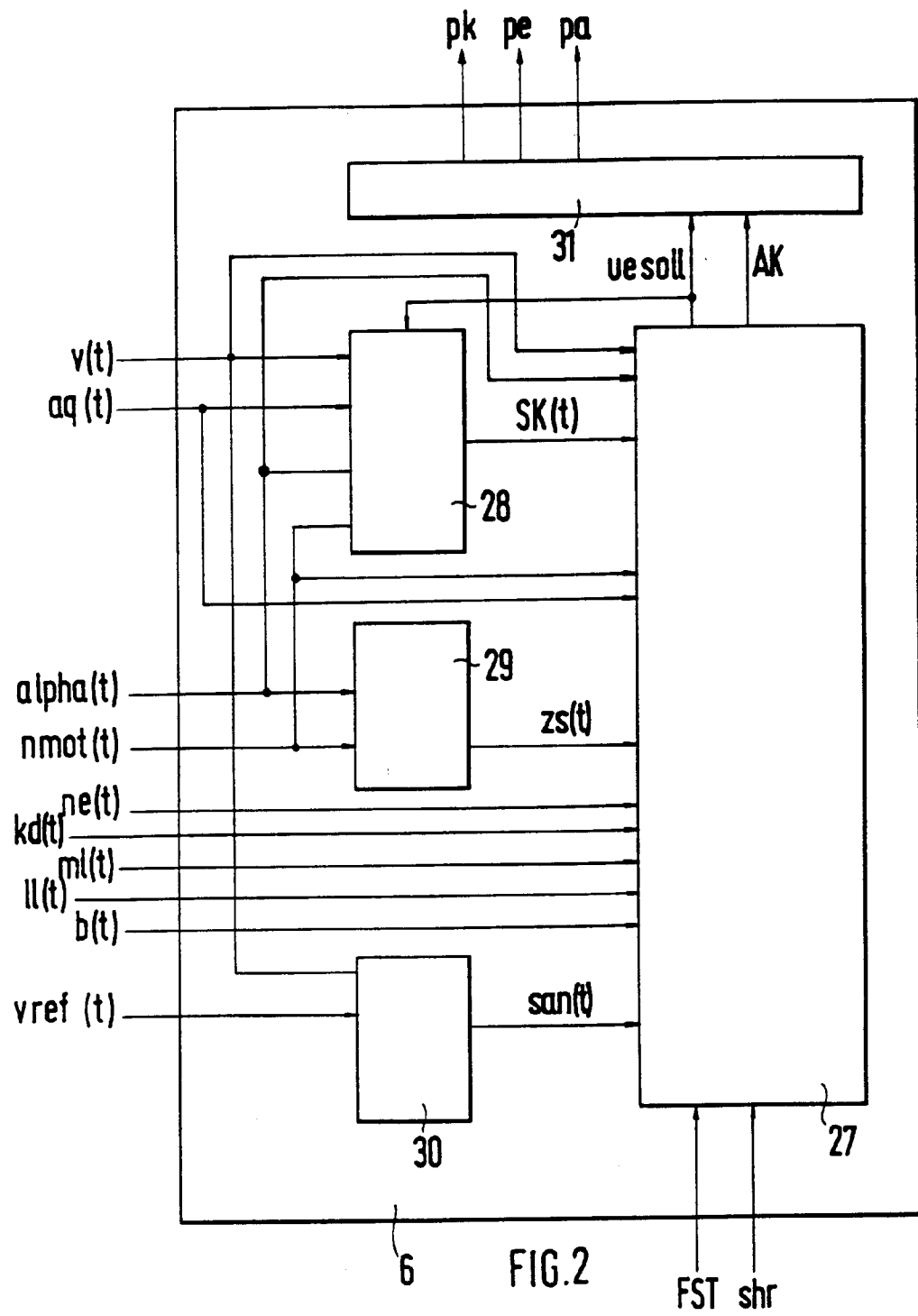
40

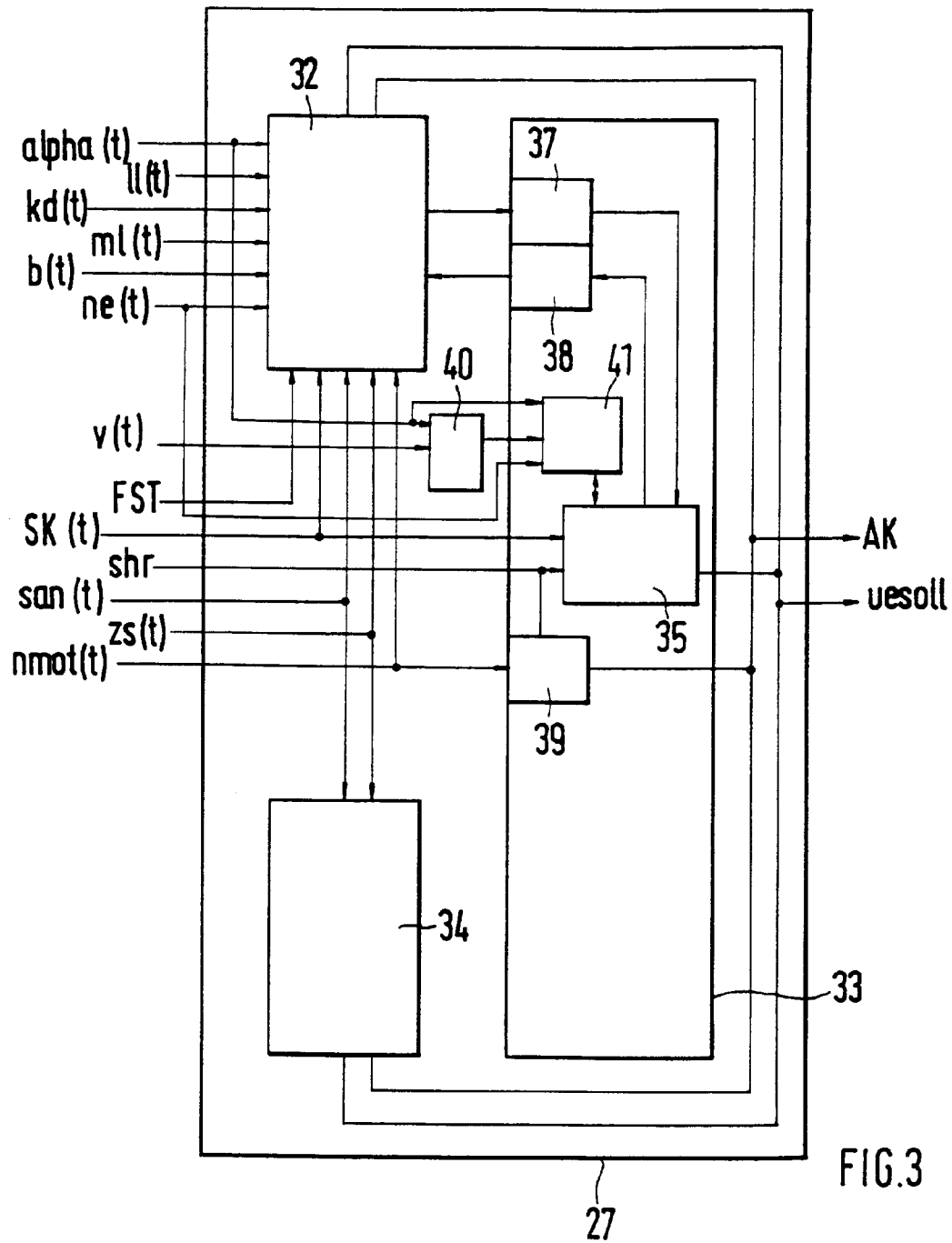
45

50

55







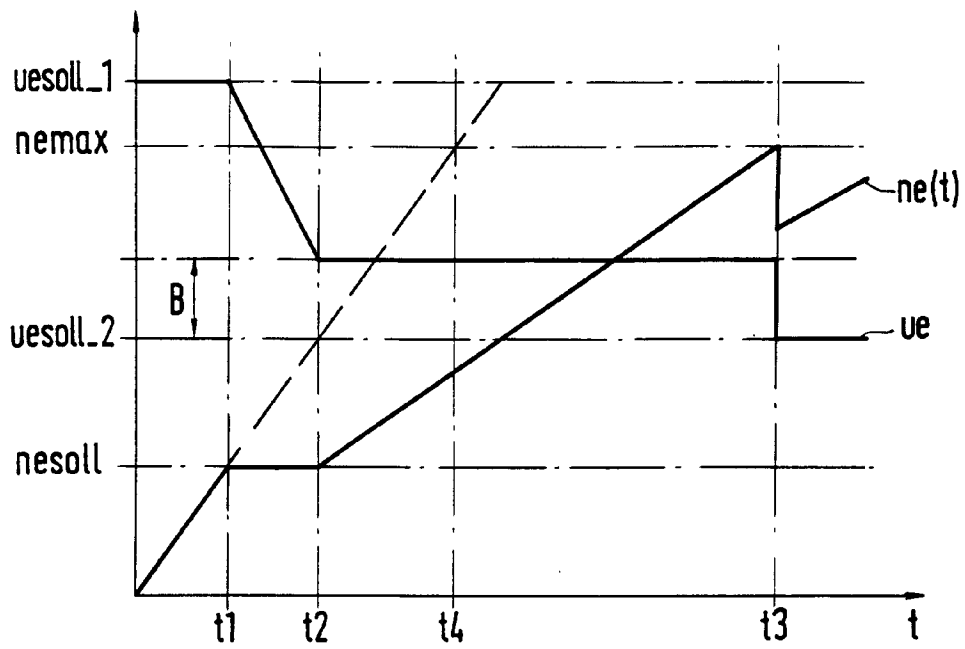


FIG. 4

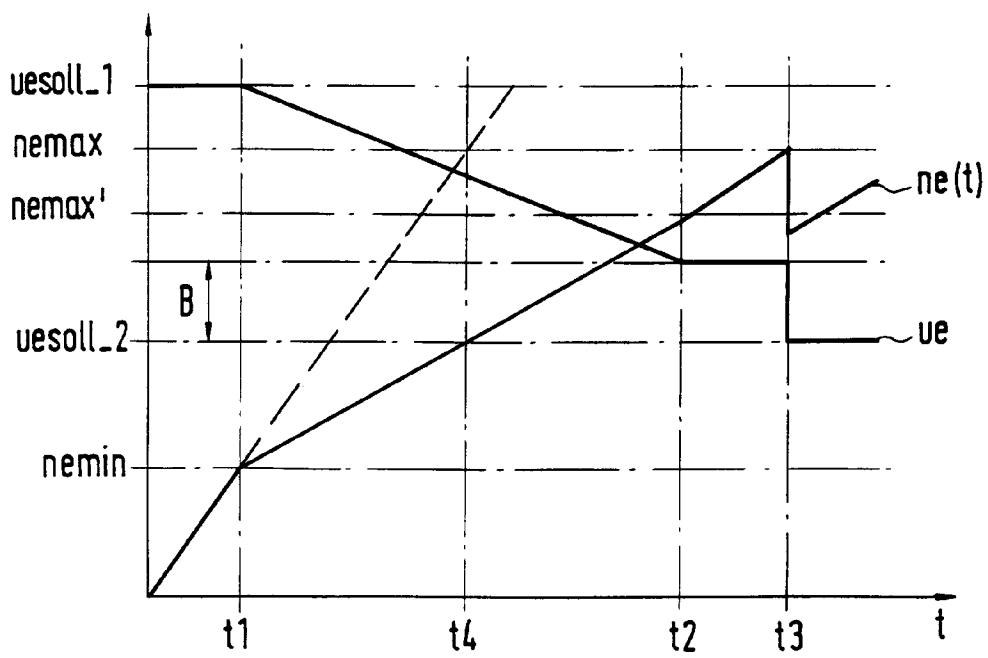


FIG. 5

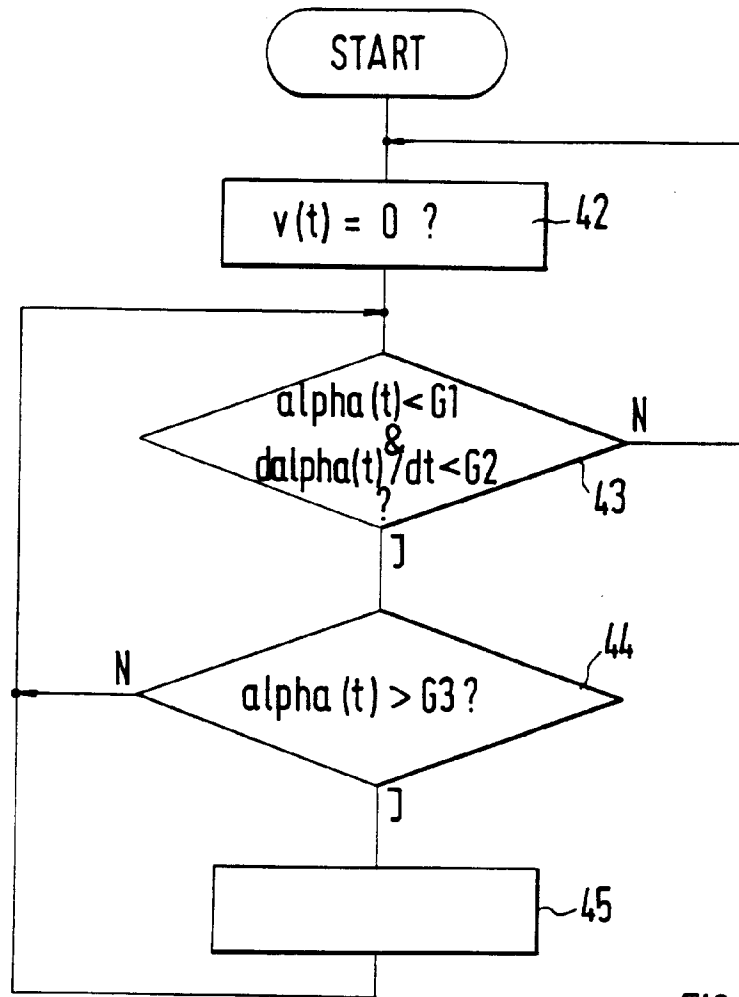


FIG. 6

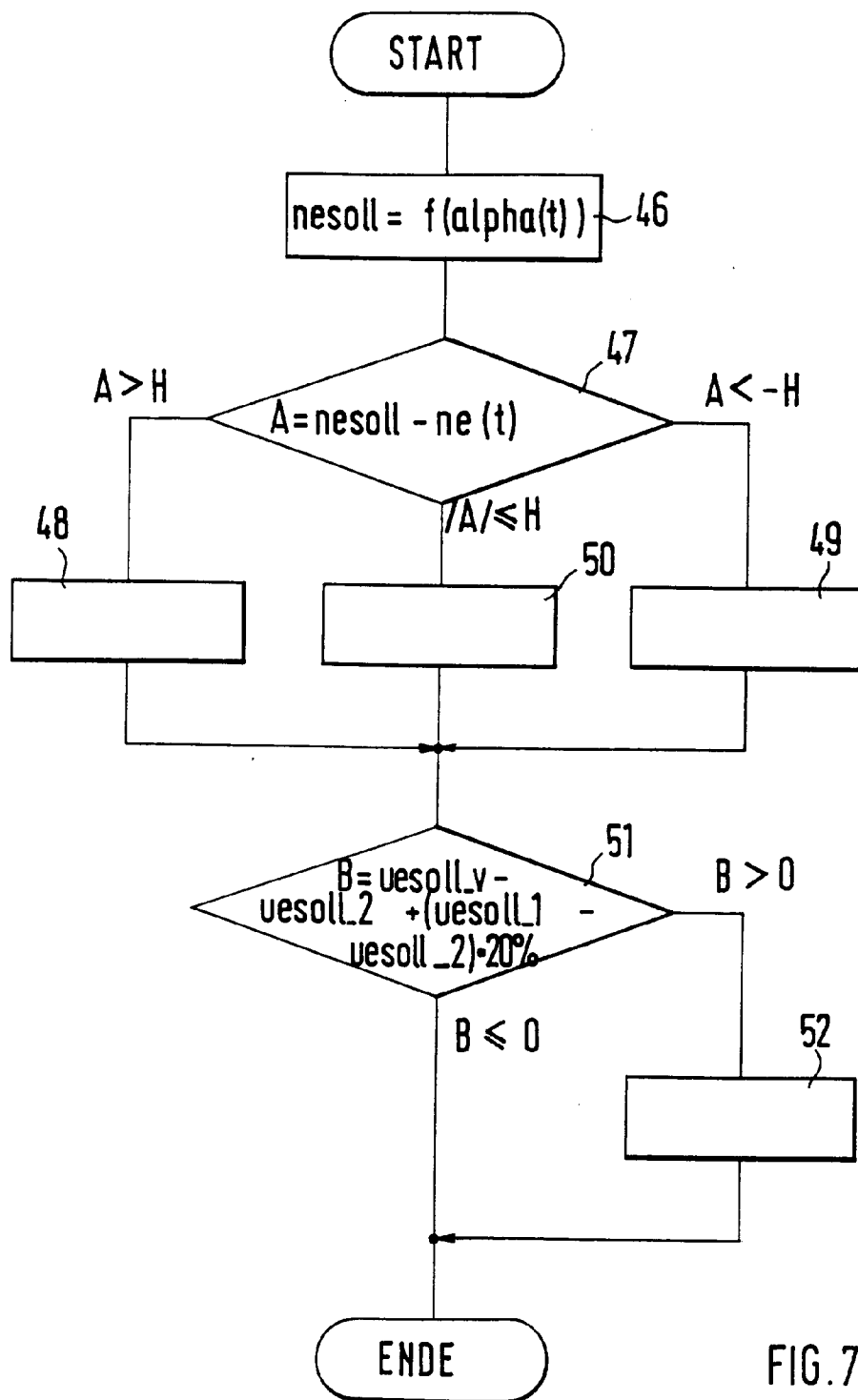


FIG. 7